

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. Mai 2002 (30.05.2002)

PCT

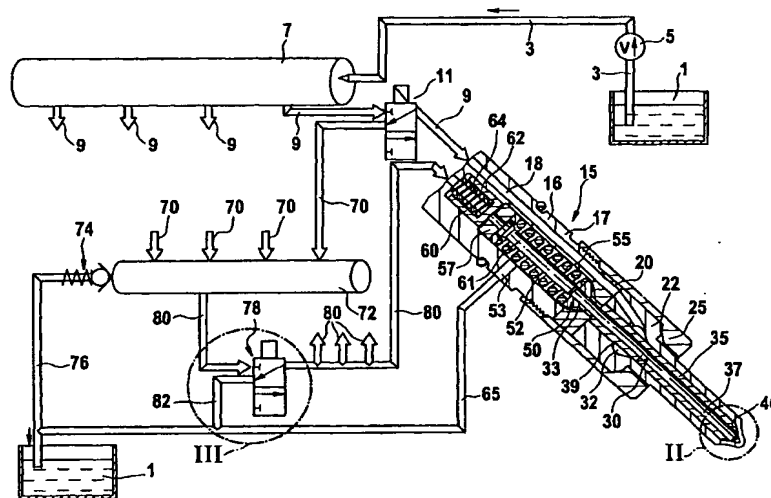
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/42637 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02M 63/00**, 61/16, 61/20, 45/08, 47/04
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/04337**
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
17. November 2001 (17.11.2001)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:  
100 58 130.7 22. November 2000 (22.11.2000) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **POTZ, Detlev**  
[DE/DE]; Zeppelinstr. 105, 70193 Stuttgart (DE). **KUE-  
GLER, Thomas** [DE/DE]; Siebenmorgenstr. 12, 70825  
Kornthal-Muenchingen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **CZ, JP, KR, PL, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **FUEL-INJECTION SYSTEM FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES**

(54) Bezeichnung: **KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEM FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**



(57) Abstract: The invention relates to a fuel-injection system for internal combustion engines comprising a high-pressure accumulator (7), which contains fuel under high-pressure and at least one fuel-injection valve (15) that is connected to the high-pressure accumulator (7). The fuel-injection valve (15) is used to inject the pressurised fuel through injection openings (41, 42) into a combustion chamber of the internal combustion engine. The fuel-injection valve (15) has a control chamber (62), which is delimited by a piston (60) that can be displaced longitudinally and which co-operates with the fuel-injection valve (15), in such a way that the injection cross-section of the fuel-injection valve (15) is controlled depending on the hydraulic pressure in the control chamber (62). The system is also provided with a low-pressure accumulator (72), which can be connected to the control chamber (62). A predetermined fuel pressure that is lower than that of the high-pressure accumulator (7) is maintained in the low-pressure accumulator (72).

(57) Zusammenfassung: Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Hochdrucksammelraum (7), in dem Kraftstoff unter hohem Druck anliegt, mit wenigstens einem Kraftstoffeinspritzventil (15), das mit dem Hochdrucksammelraum (7) verbunden ist. Durch das Kraftstoffeinspritzventil (15) kann der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

unter hohem Druck stehende Kraftstoff durch Einspritzöffnungen (41, 42) in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden. Das Kraftstoffeinspritzventil (15) weist einen Steuerraum (62) auf, der durch einen längsverschiebbaren Kolben (60) begrenzt wird und mit dem Kraftstoffeinspritzventil (15) wirkverbunden ist, so dass der Einspritzquerschnitt des Kraftstoffeinspritzventils (15) abhängig vom hydraulischen Druck im Steuerraum (62) gesteuert wird. Es ist ein Niederdrucksammelraum (72) vorhanden, der mit dem Steuerraum (62) verbindbar ist, wobei im Niederdrucksammelraum (72) ein vorgegebener Kraftstoffdruck aufrecht erhalten wird, der niedriger ist als der im Hochdrucksammelraum (7).

5

Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen

## Stand der Technik

10

Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen aus, wie es aus der Offenlegungsschrift DE 41 15 477 A1 bekannt ist. In dieser Schrift wird ein Kraftstoffeinspritzsystem gezeigt, das ein Kraftstoffeinspritzventil umfaßt, welches einen Ventilkörper aufweist. Im

15

Ventilkörper ist eine Bohrung ausgebildet, in der eine Hohl-  
nadel geführt ist. Die Hohl-  
nadel weist eine Druckschulter  
auf und ist auf Höhe der Druckschulter von einem durch eine  
radiale Erweiterung der Bohrung gebildeten Druckraum umge-  
ben, der mit einer Kraftstoffhochdruckquelle verbunden ist.

20

Die Hohl-  
nadel weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine  
Dichtfläche auf, die an einem am brennraumseitigen Ende der  
Bohrung ausgebildeten Ventilsitz anliegt. Die Hohl-  
nadel wird  
von einer Feder in Richtung des Ventilsitzes mit einer  
Schließkraft beaufschlagt und verharrt so bei drucklosem Zu-  
stand im Druckraum in der Schließstellung, in der sie eine  
erste Reihe von Einspritzöffnungen, die im Ventilsitz ausge-  
bildet ist, verdeckt. In der Hohl-  
nadel ist eine Innennadel  
geführt, die ebenfalls an ihrem brennraumseitigen Ende eine  
Dichtfläche aufweist und am Ventilsitz anliegt. Die Innenna-  
del wird hierbei ebenfalls von einer Feder in Richtung auf  
den Ventilsitz gedrückt und verbleibt so, wenn keine Ein-  
spritzung von Kraftstoff stattfinden soll, in Anlage am Ven-  
tilsitz und verschließt so eine zweite Reihe von Einspritz-  
öffnungen, die ebenfalls am Ventilsitz ausgebildet sind und  
die stromabwärts zu der ersten Reihe von Einspritzöffnungen

25

30

35

angeordnet sind. Die Innennadel geht an ihrem brennraumabgewandten Ende in eine Kolbenstange über, die die Innennadel in axialer Richtung mit einem Kolben verbindet, der einen Steuerraum begrenzt, in der Art, daß durch einen entsprechenden Druck im Steuerraum eine Kraft auf den Kolben und damit über die Kolbenstange auch auf die Innennadel in Schließrichtung erzeugt werden kann. Über eine Stelleinrichtung kann der Kraftstoffdruck, der im Falle einer Einspritzung in den Druckraum geleitet wird, auch in den Steuerraum geleitet werden, so daß dort ein hoher Kraftstoffdruck anliegt. Ist dies der Fall, so wird die Innennadel mit einer hohen Kraft in Schließstellung beaufschlagt, so daß durch den Kraftstoffdruck im Druckraum nur die Hohl-nadel durch die Kraft auf die Druckfläche entgegen der Schließkraft in Öffnungsrichtung bewegt wird und die erste Reihe von Einspritzöffnungen freigibt. Eine am brennraumseitigen Ende der Innennadel ausgebildete Druckfläche wird zwar jetzt vom Kraftstoffhochdruck des Druckraums beaufschlagt, jedoch wirkt dieser hydraulischen Öffnungskraft die hydraulische Kraft des Steuerraums entgegen, so daß die Innennadel in Schließstellung verharrt. Da in dieser Betriebsart nur ein Teil der Einspritzöffnungen aufgesteuert wird, ergibt sich eine Einspritzung mit geringem Querschnitt, so daß nur eine geringe Menge eingespritzt wird, jedoch mit entsprechend hohem Kraftstoffdruck. Soll eine Einspritzung mit dem vollen Einspritzquerschnitt erfolgen, so wird über die Steuereinrichtung der Steuerraum von der Hochdruckleitung getrennt, so daß er in einen Leckölraum entlastet wird. Auf die Innennadel wirkt jetzt nur noch die geringere Kraft der Schließfeder, so daß bei einem entsprechend hohen Druck im Druckraum zuerst die Hohl-nadel in Öffnungsstellung fährt und anschließend durch die hydraulische Kraft auf die Druckfläche der Innennadel auch die Innennadel in Öffnungsrichtung verfährt und so auch die zweite Reihe von Einspritzöffnungen freigibt.

Bei dem bekannten Kraftstoffeinspritzsystem tritt jedoch der Nachteil auf, daß als Steuerdruck ausschließlich der Hochdruck, der auch für die Einspritzung verwendet wird, zur Verfügung steht. Hierdurch müssen der Steuerraum und alle dorthin führenden Leitungen und die Stelleinrichtung entsprechend hochdrucktauglich ausgebildet werden. Bei den heute üblichen Einspritzsystemen, die einen Hochdrucksammelraum benutzen, ein sogenanntes „common rail“, betragen die Einspritzdrücke zum Teil deutlich über 100 MPa, so daß an die Mechanik der Stelleinrichtung, des Steuerraums und des dort geführten Kolbens hohe Anforderungen gestellt werden, was diese Einrichtungen aufwendig und entsprechend teuer macht. Außerdem ergeben sich Pumpverluste beim Entlasten des Steuerraums. Zudem muß pro Einspritzventil ein Steuerventil für den Druck im Steuerraum vorhanden sein.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzsystem mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß jedes Kraftstoffeinspritzventil des Kraftstoffeinspritzsystems einen Steuerraum aufweist, der mit einem Niederdrucksammelraum verbindbar ist. Der Steuerraum wird durch einen Kolben begrenzt, der abhängig vom Druck im Steuerraum den Einspritzquerschnitt des Kraftstoffeinspritzventils steuert, so daß sich über die Verbindung des Niederdrucksammelraums mit dem Steuerraum mittels eines im Vergleich zum Druck im Hochdrucksammelraum niedrigerem Druck der Einspritzquerschnitt steuern läßt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung wird der Niederdrucksammelraum durch den Kraftstoffdruck im Kraftstoffeinspritzventil mit Kraftstoff versorgt. Hierdurch ist zwischen dem Hochdrucksammelraum, der

den Kraftstoff mit Einspritzdruck liefert, dem Kraftstoff-  
einspritzventil und dem Niederdrucksammelraum ein Hochdruck-  
ventil angeordnet, das als 3/2-Wegeventil ausgebildet ist.  
In einer ersten Stellung verbindet das Hochdruckventil den  
im Ventilkörper ausgebildeten Druckraum mit dem Niederdruck-  
sammelraum, während die Verbindung zum Hochdrucksammelraum  
unterbrochen ist. In einer zweiten Stellung des Hochdruck-  
ventils wird der Hochdrucksammelraum mit dem Druckraum des  
Kraftstoffeinspritzventils verbunden, während die Verbindung  
zum Niederdrucksammelraum unterbrochen ist. Während einer  
Einspritzung liegt der volle Einspritzdruck des Hochdruck-  
sammelraums im Druckraum an, d.h. das Hochdruckventil befin-  
det sich in seiner zweiten Stellung. Soll die Einspritzung  
beendet werden, so schaltet das Hochdruckventil, und die  
Entlastung des unter hohem Druck stehenden Kraftstoffs im  
Druckraum erfolgt in den Niederdrucksammelraum. Hierdurch  
wird dort ein Kraftstoffdruck aufgebaut, der mittels eines  
Druckhalteventils auf einem vorgegebenen Niveau gehalten  
wird. Auf diese Weise kann ein vorgegebenes Kraftstoffdruck-  
niveau im Niederdrucksammelraum gehalten werden, ohne daß  
eine separate Druckquelle erforderlich wäre, beispielsweise  
in Form einer zusätzlichen Kraftstoffpumpe.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstan-  
des der Erfindung kann über ein Steuerventil der Druck des  
Niederdrucksammelraums in den Steuerraum gegeben werden oder  
es kann der Steuerraum in einen Kraftstoffbehälter entlastet  
werden. Aufgrund des relativ geringen Drucks im Niederdruck-  
sammelraum kann das Steuerventil, mit dem der Steuerraum an-  
gesteuert wird, als Niederdruckventil ausgeführt sein, was  
weit weniger aufwendig ist als ein Steuerventil für sehr ho-  
he Kraftstoffdrücke. Ebenso ist es ausreichend, wenn alle  
Leitungen vom Niederdrucksammelraum lediglich auf diesen  
niedrigen Druck ausgelegt sind. Ebenso kann der Steuerraum

und der darin geführte Kolben entsprechend weniger aufwendig gefertigt sein.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung ist in der Leckölleitung, über die das Niederdruckventil mit dem Steuerraum verbindbar ist, ein Druckhalteventil angeordnet. Auf diese Weise bleibt stets ein gewisser Kraftstoffdruck, der jedoch niedriger ist als der Druck im Niederdrucksammelraum, im Steuerraum erhalten.  
10 Dieser Restdruck im Steuerraum kann als sogenannte Ölfeder dienen, die stets über die hydraulische Kraft auf den Kolben eine Schließkraft auf die entsprechende Ventilmadel ausübt. Es kann somit auf eine Schließfeder verzichtet werden, die normalerweise benötigt wird, die Ventilmadel, die mit dem  
15 Kolben verbunden ist, stets mit einer Schließkraft zu beaufschlagen.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung  
20 und den Ansprüchen entnehmbar.

#### Zeichnung

25 In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems dargestellt. Es zeigt

- Figur 1 ein Kraftstoffeinspritzsystem im schematischen Aufbau zusammen mit einem Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt,
- Figur 2 eine vergrößerte Darstellung im Sitzbereich des Kraftstoffeinspritzventils und
- Figur 3 eine vergrößerte Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels des Kraftstoffeinspritzsystems im Bereich des Niederdruckventils.

30

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen schematisch dargestellt, wobei ein Kraftstoffeinspritzventil 15 im Längsschnitt gezeigt ist und die übrigen Komponenten des Kraftstoffeinspritzsystems in schematischer Darstellung. Aus einem Kraftstoffbehälter 1 wird über eine Kraftstoffleitung 3 Kraftstoff einer Hochdruckpumpe 5 zugeführt und von dieser über die Kraftstoffleitung 3 weiter einem Hochdrucksammelraum 7 zugeführt. Durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Regeleinrichtung ist sichergestellt, daß im Hochdrucksammelraum 7 stets ein vorgegebenes hohes Kraftstoffdruckniveau aufrechterhalten bleibt. Vom Hochdrucksammelraum 7 führen Hochdruckleitungen 9 ab, die jeweils mit einem Kraftstoffeinspritzventil 15 verbindbar sind. Von diesen Kraftstoffeinspritzventilen 15 ist in der Figur 1 nur eines gezeigt. Die Hochdruckleitung 9 ist mit einem Hochdruckventil 11 verbunden, das als 3/2-Wegeventil ausgeführt ist. Vom Hochdruckventil 11 führt die Hochdruckleitung 9 weiter zum Kraftstoffeinspritzventil 15. Das Kraftstoffeinspritzventil 15 weist ein Gehäuse 16 auf, das aus einem Ventilhaltekörper 17, einer Zwischenscheibe 20 und einem Ventilkörper 22 besteht, wobei der Ventilkörper 22 unter Zwischenlage der Zwischenscheibe 20 mittels einer Spannmutter 25 in axialer Richtung gegen den Ventilhaltekörper 17 verspannt ist. Im Ventilkörper 22 ist eine Bohrung 30 ausgebildet, in der eine Ventalnadel in Form einer Hohl-nadel 35 längsverschiebbar geführt ist. Am brennraumseitigen Ende der Bohrung 30 ist ein Ventilsitz 46 ausgebildet, in dem zwei in axialer Richtung zueinander versetzte Reihen von Einspritzöffnungen 41, 42 ausgebildet sind. Eine Reihe von Einspritzöffnungen 41, 42 besteht hierbei aus mehreren Einspritzöffnungen, die vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang des Ventilkörpers 22 verteilt angeordnet sind. Figur 2 zeigt eine vergrößerte Darstellung von Figur 1 im Bereich



des Ventilsitzes 46. Die Hohnadel 35 ist in einem brennraum-  
mabgewandten Abschnitt in der Bohrung 30 dichtend geführt  
und verjüngt sich dem Brennraum zu unter Bildung einer  
Druckschulter 39, die als Druckfläche dient. Am brennraum-  
seitigen Ende geht die Hohnadel 35 in eine äußere Dichtflä-  
che 45 über, die im wesentlichen konisch ausgebildet ist, so  
daß am Übergang der Außenmantelfläche der Hohnadel 35 zur  
Dichtfläche 45 eine äußere Dichtkante 43 ausgebildet ist,  
die in Schließstellung der Hohnadel 35 am Ventilsitz 46 an-  
liegt. Auf Höhe der Druckschulter 39 ist durch eine radiale  
Erweiterung der Bohrung 30 ein Druckraum 32 im Ventilkörper  
22 ausgebildet, der sich, die Hohnadel 35 umgebend, bis zum  
Ventilsitz 46 fortsetzt. Der Druckraum 32 ist über einen im  
Ventilkörper 22, der Zwischenscheibe 20 und dem Ventilhalte-  
körper 17 verlaufenden Zulaufkanal 18 über die Hochdrucklei-  
tung 9 mit dem Hochdrucksammelraum 7 verbindbar. Die erste  
Reihe der Einspritzöffnungen 41 im Ventilsitz 46 ist so an-  
geordnet, daß die Dichtkante 43 der Hohnadel 35 die erste  
Reihe der Einspritzöffnungen 41 gegen den Druckraum 32 ab-  
dichtet, so daß bei Anlage der Hohnadel 35 am Ventilsitz 46  
keine Einspritzung von Kraftstoff erfolgt.

An ihrem brennraumabgewandten Ende liegt die Hohnadel 35 an  
einem Federteller 50 an, der in einer in der Zwischenscheibe  
20 ausgebildeten zentralen Öffnung 33 angeordnet ist. Die  
zentrale Öffnung 33 weist hierbei am Übergang des Ventilkör-  
pers 22 zur Zwischenscheibe 20 einen geringeren Durchmesser  
auf als die Bohrung 30, so daß an der Zwischenscheibe 20 ei-  
ne Anschlagshulter gebildet wird, die als Hubanschlag für  
die Hohnadel 35 bei deren Öffnungshubbewegung dient. Der  
Federteller 33 ragt bis in einen im Ventilhaltekörper 17  
ausgebildeten Federraum 52, in dem eine Schließfeder 55 un-  
ter Druckvorspannung angeordnet ist. Die Schließfeder 55  
stützt sich hierbei brennraumabgewandt an einem Stützring 57  
ab und mit ihrem brennraumzugewandten Ende am Federteller

50, so daß durch die Vorspannung der Schließfeder 55 eine Schließkraft auf die Hohlneedle 35 in Richtung auf den Ventilsitz 46 ausgeübt wird. Der Federraum 52 weist einen Leckölanschluß 53 auf, an den eine Leckölleitung 65 angeschlossen ist, so daß der Federraum 52 stets mit dem Kraftstoffbehälter 1 verbunden und damit drucklos ist.

In der Hohlneedle 35 ist eine Ventillneedle in Form einer Innennadel 37 längsverschiebbar geführt, die an ihrem brennraumzugewandten Ende eine konische Druckfläche 48 aufweist, die von einer Dichtkante 44 begrenzt wird. In Schließstellung der Innennadel 37 liegt die Dichtkante 44 am Ventilsitz 46 an und verschließt so die zweite Reihe der Einspritzöffnungen 42 gegen den Druckraum 32. Die Innennadel 37 geht an ihrem brennraumabgewandten Ende in eine Kolbenstange 61 über, die durch den Federteller 50 und den Federraum 52 bis in einen brennraumabgewandt zum Federraum 52 im Ventilhalterkörper 17 ausgebildeten Steuerraum 62 ragt. Im Steuerraum 62 ist ein Kolben 60 verschiebbar angeordnet, der dichtend im Steuerraum 62 geführt ist und becherförmig ausgeführt ist. Der Kolben 60 ist mit der Kolbenstange 61 verbunden, so daß er sich synchron mit der Innennadel 37 in Längsrichtung bewegt. Im Steuerraum 62 ist eine Schließfeder 64 angeordnet, die eine Druckvorspannung aufweist und die Innennadel 37 zusätzlich zu der hydraulischen Kraft, die durch den im Steuerraum 62 herrschenden Druck erzeugt wird, in Schließrichtung beaufschlagt.

Das Kraftstoffeinspritzsystem weist darüber hinaus einen Niederdrucksammelraum 72 auf, in dem ein vorgegebenes Kraftstoffdruckniveau aufrechterhalten wird, das deutlich unter dem Kraftstoffdruckniveau des Hochdrucksammelraums 7 liegt. Beispielsweise herrscht im Niederdrucksammelraum 72 ein Druck von höchstens etwa einem Fünftel des Drucks im Hochdrucksammelraum 7, der mehr als 100 MPa betragen kann. Von

jedem Hochdruckventil 11 führt eine Absteuerleitung 70 in den Niederdrucksammelraum 72, so daß das Hochdruckventil 11 als 3/2-Wegeventil die Hochdruckleitung 9 vom Hochdrucksammelraum 7, die Hochdruckleitung 9 zum Kraftstoffeinspritzventil 15 und die Absteuerleitung 70 miteinander verbindet beziehungsweise trennt. Das Hochdruckventil 11 kann in zwei Schaltstellungen gefahren werden. In der ersten Stellung, die in Figur 1 dargestellt ist, verbindet das Hochdruckventil 11 die vom Druckraum 32 des Kraftstoffeinspritzventils 15 kommende Hochdruckleitung 9 mit der Absteuerleitung 70, während die Verbindung zum Hochdrucksammelraum 7 verschlossen wird. In der zweiten Stellung des Hochdruckventils 11 wird der Hochdrucksammelraum 7 über die Hochdruckleitung 9 mit dem Druckraum 32 des Kraftstoffeinspritzventils 15 verbunden, während die Absteuerleitung 70 verschlossen wird. Die erste Stellung des Hochdruckventils 11 entspricht der Stellung, in der kein Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden soll, während die zweite Stellung während der Einspritzung von Kraftstoff geschaltet wird.

Der Niederdrucksammelraum 72 ist über eine Leckölleitung 76 mit dem Kraftstoffbehälter 1 verbunden, wobei in der Leckölleitung 76 ein Druckhalteventil 74 angeordnet ist, so daß im Niederdrucksammelraum 72 stets ein vorgegebenes Kraftstoffdruckniveau aufrechterhalten wird. Vom Niederdrucksammelraum 72 führt eine Steuerleitung 80 zu einem Niederdruckventil 78, das als 3/2-Wegeventil ausgebildet ist. Nach dem Niederdruckventil 78 teilt sich die Steuerleitung 80 entsprechend der Anzahl der Kraftstoffeinspritzventile und mündet in den Steuerraum 62 des jeweiligen Kraftstoffeinspritzventils 15. Ins Niederdruckventil 78 mündet darüber hinaus eine Leckölleitung 82, die mit dem Kraftstoffbehälter 1 verbunden ist. In der ersten Stellung des Niederdruckventils 78, welche in der Figur 1 dargestellt ist, wird die vom Steuerraum 62 kom-

mende Steuerleitung 80 mit der Leckölleitung 82 verbunden, während die vom Niederdrucksammelraum 72 kommende Steuerleitung 80 verschlossen wird. Hierdurch wird der Steuerraum 62 mit dem Kraftstoffbehälter 1 verbunden und damit drucklos geschaltet. In der zweiten Stellung des Niederdruckventils 78 wird der Niederdrucksammelraum 72 mit dem Steuerraum 62 über die Steuerleitung 80 verbunden, während die Leckölleitung 82 verschlossen wird. Hierdurch liegt im Steuerraum 62 der Kraftstoffdruck des Niederdrucksammelraums 72 an. Für jedes Kraftstoffeinspritzventil 15 muß im erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystem ein Hochdruckventil 11 vorhanden sein, jedoch ist für das gesamte Kraftstoffeinspritzsystem nur ein Niederdruckventil 78 nötig.

Das Kraftstoffeinspritzsystem arbeitet wie folgt: Im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine wird nur relativ wenig Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Bei gegebenem Einspritzdruck soll somit nur ein Teil des gesamten Einspritzquerschnitts aufgesteuert werden. Hierzu wird das Niederdruckventil 78 in die zweite Position gefahren, so daß der Niederdrucksammelraum 72 mit dem Steuerraum 62 sämtlicher Kraftstoffeinspritzventile 15 verbunden ist, so daß eine hydraulische Kraft auf den Kolben 60 ausgeübt wird und die Kolbenstange 61 und damit die Innennadel 37 in Schließstellung gepreßt wird. Zu Beginn der Einspritzung wird das Hochdruckventil 11 in die zweite Position gefahren, so daß der Hochdrucksammelraum 7 über die Hochdruckleitung 9 und den Zulaufkanal 18 mit dem Druckraum 32 verbunden wird. Dadurch fließt Kraftstoff unter hohem Druck in den Druckraum 32 und übt eine hydraulische Kraft auf die Druckschulter 39 der Hohl-nadel 35 aus. Sobald diese hydraulische Kraft auf die Druckschulter 39 die Kraft der Schließfeder 55 übersteigt, bewegt sich die Hohl-nadel 35 vom Ventilsitz 46 weg und hebt mit der Dichtkante 43 vom Ventilsitz 46 ab. Hierdurch wird der Druckraum 32 mit der ersten Reihe der Ein-

spritzöffnungen 41 verbunden und Kraftstoff wird durch diese in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Da jetzt auch die Druckfläche 48 mit dem Kraftstoffdruck beaufschlagt wird, ergibt sich auch eine hydraulische Kraft auf die Innennadel 37 in Öffnungsrichtung. Jedoch wird diese hydraulische Kraft durch den Kraftstoffdruck im Steuerraum 62 kompensiert, so daß die Innennadel 37 in Schließstellung verharret. Soll die Einspritzung beendet werden, wird das Hochdruckventil 11 in die erste Position zurückgefahren, so daß die Verbindung zum Hochdrucksammelraum 7 unterbrochen wird. Der Druckraum 32 wird nun über den Zulaufkanal 18 und die Hochdruckleitung 9 mit der Absteuerleitung 70 und damit mit dem Niederdrucksammelraum 72 verbunden. Der Restdruck im Druckraum 32 wird nun in den Niederdrucksammelraum 72 entlastet, so daß sich ein Absteuerstrom in den Niederdruckraum 72 ergibt, der dort den Kraftstoffdruck erhöht. Sobald der Kraftstoffdruck im Niederdrucksammelraum 72 ein vorgegebenes Niveau überschreitet, öffnet das Druckhalteventil 74, und Kraftstoff strömt aus dem Niederdrucksammelraum 72 in den Kraftstoffbehälter 1 zurück. Durch den jetzt abfallenden Druck im Druckraum 32 vermindert sich auch die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 39, und bedingt durch die Kraft der Schließfeder 55 wird die Hohl-nadel 35 zurück in die Schließstellung gepreßt und die Einspritzöffnungen 41 wieder verschlossen. Die durch die hohe Druckdifferenz zwischen Druckraum 32 und Federraum 52 auftretenden Leckölströme, die dem Federraum 52 zufließen, werden hierbei über die Leckölleitung 65 abgeführt, so daß im Federraum 52 das Kraftstoffdruckniveau des Kraftstoffbehälters 1 aufrechterhalten bleibt. Soll die Brennkraftmaschine mit Vollast betrieben werden, so werden beide Reihen von Einspritzöffnungen 41, 42 aufgesteuert. Hierfür wird das Niederdruckventil 78 in die erste Stellung geschaltet, so daß der Steuerraum 62 nun über die Steuerleitung 80 und die Leckölleitung 82 druckentlastet ist. Der erste Teil der Einspritzung folgt wie oben be-

schrieben im Teillastbetrieb, jedoch wird nun, nachdem die Hohl-  
nadel 35 in Öffnungsstellung gefahren ist, durch Druck-  
beaufschlagung der Druckfläche 48 auch die Innennadel 37 in  
Öffnungsstellung gefahren, so daß auch die zweite Reihe Ein-  
spritzöffnungen 42 freigegeben werden und Kraftstoff aus dem  
Druckraum 32 durch den gesamten Einspritzquerschnitt einge-  
spritzt wird. In dieser Betriebsart wirkt auf die Innennadel  
37 nur die Kraft der Schließfeder 64, so daß der hydraulische  
Druck auf die Druckfläche 48 für eine Öffnungshubbewegung  
nun ausreicht. Das Ende der Einspritzung erfolgt wie  
oben beschrieben durch das Schalten des Hochdruckventils 11.

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Kraft-  
stoffeinspritzsystems gezeigt, wobei hier nur ein Ausschnitt  
im Bereich des Niederdruckventils 78 dargestellt ist. Das  
Niederdruckventil 78 arbeitet in diesem Ausführungsbeispiel  
wie bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel, jedoch  
ist hier in der Leckölleitung 82 ein Druckhalteventil 84 an-  
geordnet. In der ersten Stellung des Niederdruckventils 78,  
die in der Figur 3 dargestellt ist, wird der Steuerraum 62  
nicht vollständig druckentlastet, sondern es bleibt ein  
Restdruck bestehen, der vom Druckhalteventil 84 bestimmt  
wird. Durch eine geeignete Auslegung kann man erreichen, daß  
dieser hydraulische Restdruck eine Kraft auf den Kolben 60  
ausübt, der der Kraft der Schließfeder 64 entspricht, so daß  
die Schließfeder 64 entfallen kann. Anstatt der Schließfeder  
64 wird also eine sogenannte Ölfeder eingesetzt.

Der Niederdrucksammelraum 72 wird ausschließlich über den  
Absteuerstrom der Kraftstoffeinspritzventile 15 mit Kraft-  
stoff in ausreichendem Druck versorgt. Eine weitere Kraft-  
stoffdruckquelle, etwa in Form einer zusätzlichen Kraft-  
stoffpumpe, kann somit entfallen. Da alle Kraftstoffeins-  
spritzventile 15 der Brennkraftmaschine mit dem Niederdruck-  
sammelraum 72 verbunden sind, läßt sich die Betriebsart, al-

so Teillast- oder Vollastbetrieb, für alle Kraftstoffeinspritzventile 15 synchron durch entsprechendes Schalten des Niederdruckventils 78 bestimmen.

## 5 Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Hochdrucksammelraum (7), in dem Kraftstoff unter hohem Druck gehalten wird, und mit wenigstens einem Kraftstoffeinspritzventil (15), das mit dem Hochdrucksammelraum (7) verbunden ist und durch das der unter hohem Druck stehende Kraftstoff durch Einspritzöffnungen (41, 42), die einen Einspritzquerschnitt bilden, in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, und mit einem Steuerraum (62), der durch einen längsverschiebbaren Kolben (60) begrenzt wird und mit dem Kraftstoffeinspritzventil (15) wirkverbunden ist, so daß der Einspritzquerschnitt des Kraftstoffeinspritzventils (15) abhängig vom hydraulischen Druck im Steuerraum (62) gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Niederdrucksammelraum (72) mit dem Steuerraum (62) verbindbar ist, wobei im Niederdrucksammelraum (72) ein vorgegebener Kraftstoffdruck aufrecht erhalten wird, der niedriger ist als der im Hochdrucksammelraum (7).
2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehr als ein Kraftstoffeinspritzventil (15) im Kraftstoffeinspritzsystem vorhanden ist, wobei für jedes Kraftstoffeinspritzventil (15) ein Steuerraum (62) vorhanden ist, der mit dem Niederdrucksammelraum (72) verbunden ist.
3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Einspritzöffnungen (41; 42) wenigstens eine Ventilnadel (35; 37) in einer Bohrung (30) des Kraftstoffeinspritzventils (15) entgegen einer Schließkraft längsverschiebbar angeordnet ist und



eine Druckfläche (39; 48) aufweist, die in einem mit dem Hochdrucksammelraum (7) verbindbaren Druckraum (32) angeordnet ist, so daß die Ventilnadel (35; 37) durch den Druck im Druckraum (32) entgegen der Schließkraft längsverschiebbar ist, wobei die Ventilnadel (35; 37) mit dem Kolben (60) verbunden ist.

4. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Ventilnadeln (35; 37) im Kraftstoffeinspritzventil (15) angeordnet sind, wobei eine Ventilnadel als Hohl-nadel (35) ausgebildet ist und eine Ventilnadel als eine in der Hohl-nadel (35) geführte Innennadel (37), wobei eine der Ventilnadeln (35; 37) mit dem Kolben (60) verbunden ist.
5. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohl-nadel (35) und die Innennadel (37) jeweils nur einen Teil der Einspritzöffnungen (41, 42) steuern.
6. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ventilnadel (35; 37) über eine Kolbenstange (61) mit dem Kolben (60) verbunden ist.
7. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochdrucksammelraum (7), der Niederdrucksammelraum (72) und der Druckraum (32) so mit einem Hochdruckventil (11) verbunden sind, daß in einer ersten Stellung des Hochdruckventils (11) der Hochdrucksammelraum (7) mit dem Druckraum (32) verbunden ist während die Verbindung zum Niederdrucksammelraum (72) verschlossen ist, und in einer zweiten Stellung des Hochdruckventils (11) der Niederdrucksammelraum (72) mit dem Druckraum (32) verbunden ist, während die Verbindung zum Hochdrucksammelraum (7) verschlossen ist.
8. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Niederdrucksammelraum (72), ein druckloser Kraftstoffbehälter (1) und der Steuerraum (62) so mittels eines Niederdruckventils (78) verbunden sind,

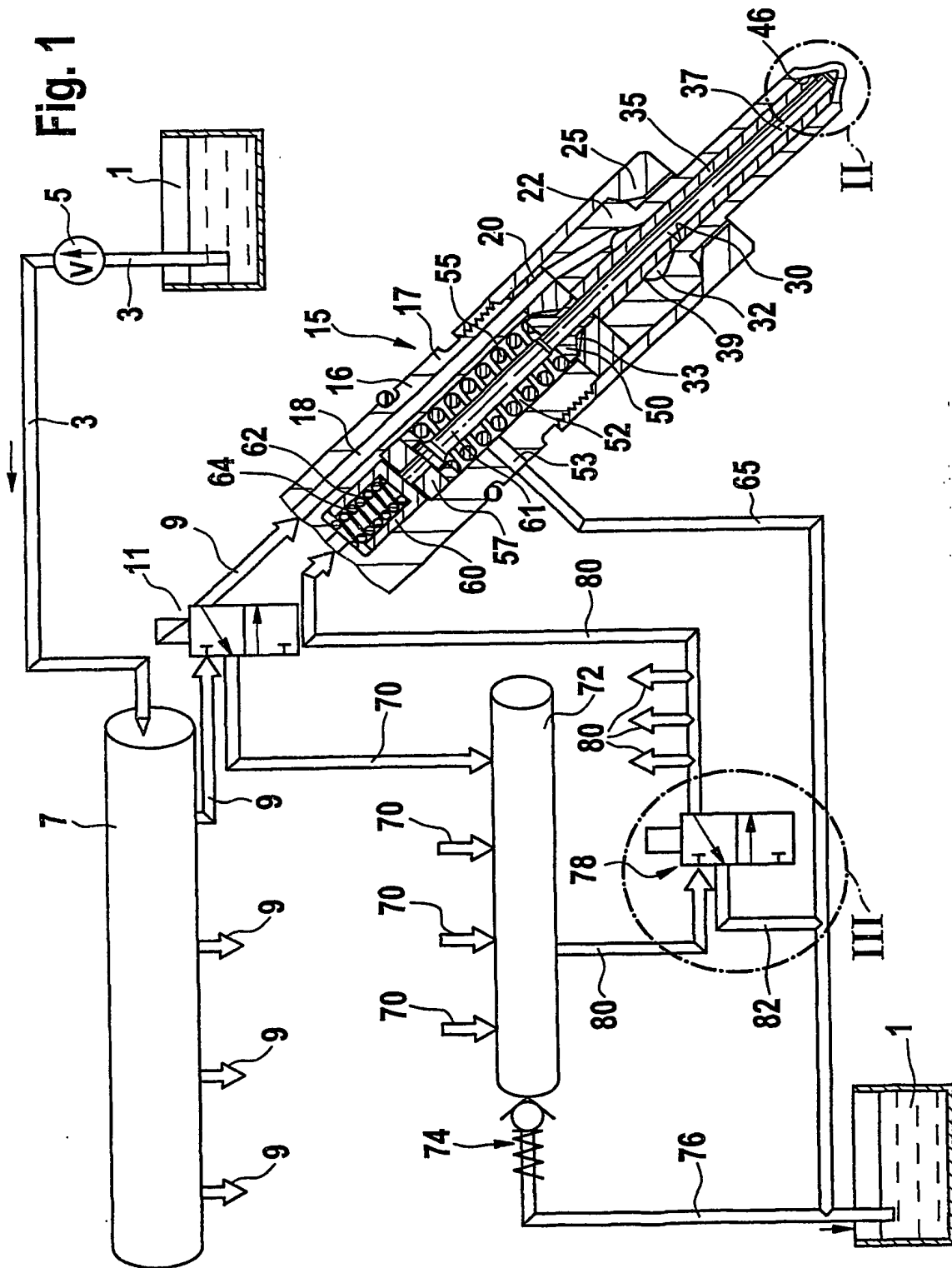
daß in einer ersten Stellung des Niederdruckventils (78) der Kraftstoffbehälter (1) mit dem Steuerraum (62) verbunden ist, während die Verbindung zum Niederdrucksammelraum (72) verschlossen ist, und in einer zweiten Stellung des Niederdruckventils (78) der Niederdrucksammelraum (72) mit dem Steuerraum (62) verbunden ist, während die Verbindung zum Kraftstoffbehälter (1) verschlossen ist.

5  
9. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffbehälter (1) mit dem Niederdruckventil (78) über eine Leckölleitung (82) verbunden ist, in welcher Leckölleitung (82) ein Druckhalteventil (84) angeordnet ist, so daß der Kraftstoffdruck im Steuerraum (62) in der ersten Stellung des Niederdruckventils (78) einen vorgegebenen Druck nicht überschreitet.

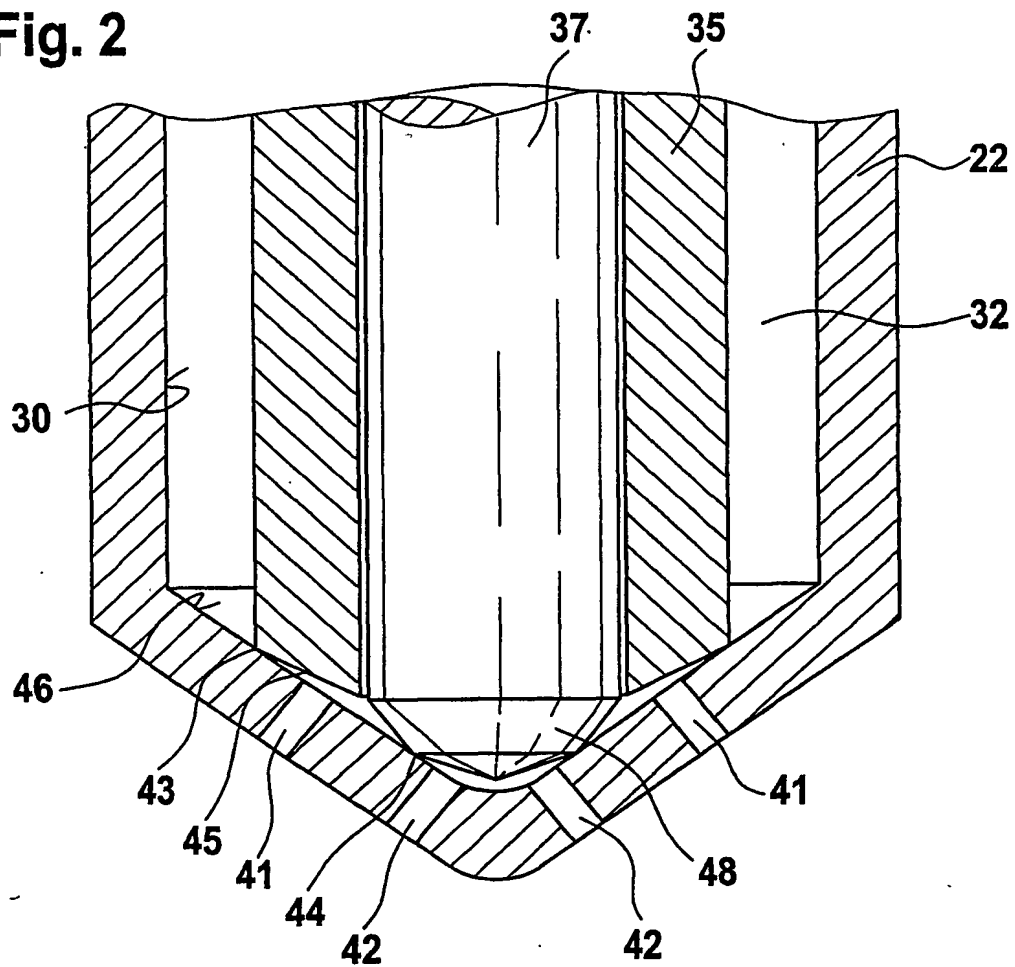
10  
10. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Niederdrucksammelraum (72) über ein Druckhalteventil (74) mit dem Kraftstoffbehälter (1) verbunden ist, so daß ein vorgegebenes Druckniveau im Niederdrucksammelraum (72) nicht überschritten wird.

20  
11. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffdruck im Niederdrucksammelraum (72) stets weniger als etwa ein Fünftel des Kraftstoffdrucks im Hochdrucksammelraum (7) beträgt.

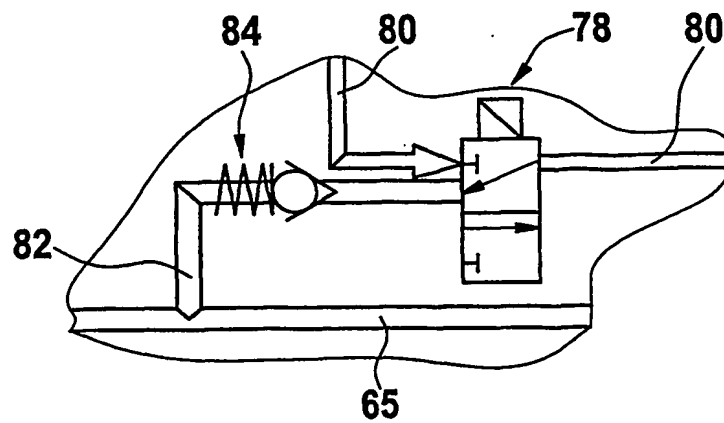
**Fig. 1**



### Fig. 2



**Fig. 3**



## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M63/00 F02M61/16 F02M61/20 F02M45/08 F02M47/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 740 067 A (ISUZU MOTORS LTD) 30 October 1996 (1996-10-30)	1-3, 7-10
Y	column 5, line 41 -column 6, line 35 column 9, line 7 -column 10, line 51; figures 1, 3, 7	4-6
Y	DE 41 15 477 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21 November 1991 (1991-11-21) cited in the application abstract; figure 1	4-6
A	US 5 199 402 A (MELCHIOR JEAN F) 6 April 1993 (1993-04-06) column 6, line 52 -column 7, line 7 column 7, line 63 -column 8, line 9; figure 2	1-3



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 April 2002

Date of mailing of the international search report

18/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schmitter, T

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0740067	A	30-10-1996	JP	8296518 A		12-11-1996
			JP	8296520 A		12-11-1996
			DE	69605075 D1		16-12-1999
			DE	69605075 T2		08-06-2000
			EP	0740067 A2		30-10-1996
			EP	0909892 A2		21-04-1999
			US	5732679 A		31-03-1998
DE 4115477	A	21-11-1991	DE	4115477 A1		21-11-1991
US 5199402	A	06-04-1993	FR	2673246 A1		28-08-1992
			AT	109544 T		15-08-1994
			AU	655806 B2		12-01-1995
			AU	1344592 A		15-09-1992
			BR	9204778 A		06-07-1993
			CA	2074955 A1		26-08-1992
			CN	1064527 A		16-09-1992
			DE	69200300 D1		08-09-1994
			DE	69200300 T2		17-11-1994
			DK	526616 T3		05-12-1994
			EP	0526616 A1		10-02-1993
			ES	2057990 T3		16-10-1994
			FI	924755 A		20-10-1992
			WO	9214924 A1		03-09-1992

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02M63/00 F 1/16 F02M61/20 F02M45/08 F02M47/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 740 067 A (ISUZU MOTORS LTD) 30. Oktober 1996 (1996-10-30)	1-3,7-10
Y	Spalte 5, Zeile 41 -Spalte 6, Zeile 35 Spalte 9, Zeile 7 -Spalte 10, Zeile 51; Abbildungen 1,3,7	4-6
Y	DE 41 15 477 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21. November 1991 (1991-11-21) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1	4-6
A	US 5 199 402 A (MELCHIOR JEAN F) 6. April 1993 (1993-04-06) Spalte 6, Zeile 52 -Spalte 7, Zeile 7 Spalte 7, Zeile 63 -Spalte 8, Zeile 9; Abbildung 2	1-3

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. April 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/04/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schmitter, T

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0740067	A	30-10-1996	JP	8296518 A		12-11-1996
			JP	8296520 A		12-11-1996
			DE	69605075 D1		16-12-1999
			DE	69605075 T2		08-06-2000
			EP	0740067 A2		30-10-1996
			EP	0909892 A2		21-04-1999
			US	5732679 A		31-03-1998
DE 4115477	A	21-11-1991	DE	4115477 A1		21-11-1991
US 5199402	A	06-04-1993	FR	2673246 A1		28-08-1992
			AT	109544 T		15-08-1994
			AU	655806 B2		12-01-1995
			AU	1344592 A		15-09-1992
			BR	9204778 A		06-07-1993
			CA	2074955 A1		26-08-1992
			CN	1064527 A		16-09-1992
			DE	69200300 D1		08-09-1994
			DE	69200300 T2		17-11-1994
			DK	526616 T3		05-12-1994
			EP	0526616 A1		10-02-1993
			ES	2057990 T3		16-10-1994
			FI	924755 A		20-10-1992
			WO	9214924 A1		03-09-1992